



**Aulas 1 e 2: Evolução biológica**

## Conceitos fundamentais

- ▶ **Fixismo:** seres vivos são fixos e imutáveis, ou seja, não se alteram ao longo das gerações.
- ▶ **Evolução biológica:** modificações nas características hereditárias das populações ao longo das gerações.
- ▶ **Coevolução:** fenômeno em que duas espécies evoluem juntas, uma selecionando características fenotípicas da outra.  
Ex.: beija-flores e as flores polinizadas por eles.

# Coevolução



## Foco no Vestibular

**FCMSC-SP 2019** Na charge, o personagem Darwin mostra uma árvore filogenética a um chimpanzé.

A argumentação do personagem na charge é

- a) procedente, pois o genoma dos humanos e dos chimpanzés apresentam poucas semelhanças.
- b) improcedente, pois os humanos e os chimpanzés não compartilham características de um ancestral comum.
- c) improcedente, pois, se os humanos e os chimpanzés coexistem, ambas as espécies são igualmente evoluídas.
- d) procedente, pois os seres humanos são mais adaptados ao ambiente natural do que os chimpanzés.
- e) procedente, pois, apesar de serem espécies atualmente distintas, o homem evoluiu dos macacos.



## Foco no Vestibular

**FCMSC-SP 2019** Na charge, o personagem Darwin mostra uma árvore filogenética a um chimpanzé.

A argumentação do personagem na charge é

- a) procedente, pois o genoma dos humanos e dos chimpanzés apresentam poucas semelhanças.
- b) improcedente, pois os humanos e os chimpanzés não compartilham características de um ancestral comum.
- c) improcedente, pois, se os humanos e os chimpanzés coexistem, ambas as espécies são igualmente evoluídas.**
- d) procedente, pois os seres humanos são mais adaptados ao ambiente natural do que os chimpanzés.
- e) procedente, pois, apesar de serem espécies atualmente distintas, o homem evoluiu dos macacos.



## Foco no Vestibular

**FMABC 2024** O termo criacionismo remete, contemporaneamente, não apenas à crença em um Criador, mas também à negação do processo de evolução biológica, ou seja, à crença no fixismo, na imutabilidade das espécies. Uma evidência científica que contraria nitidamente o pensamento fixista é

- a)** o conjunto de informações obtidas a partir dos fósseis.
- b)** a ocorrência de reprodução assexuada nos organismos.
- c)** a presença de genes idênticos em diferentes espécies.
- d)** a duplicação semiconservativa do DNA genômico.
- e)** a sobrevivência de espécies primitivas e ancestrais.

## Foco no Vestibular

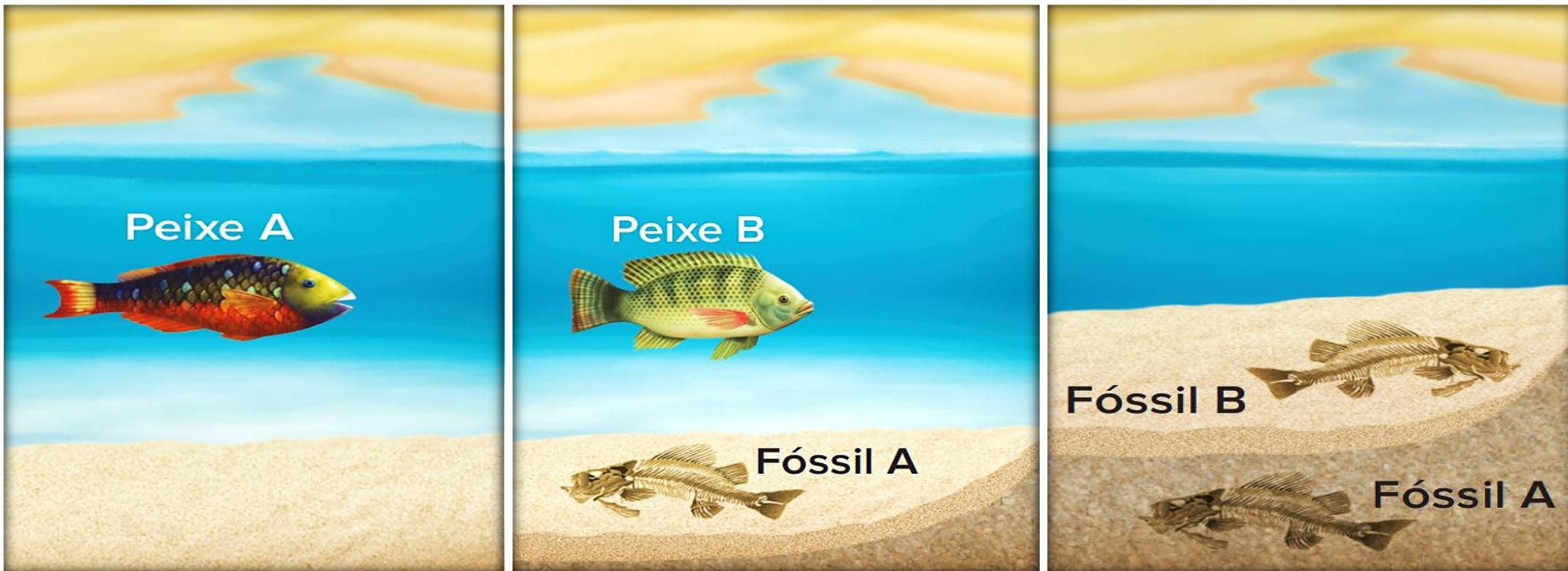
**FMABC 2024** O termo criacionismo remete, contemporaneamente, não apenas à crença em um Criador, mas também à negação do processo de evolução biológica, ou seja, à crença no fixismo, na imutabilidade das espécies. Uma evidência científica que contraria nitidamente o pensamento fixista é

- a) o conjunto de informações obtidas a partir dos fósseis.
- b) a ocorrência de reprodução assexuada nos organismos.
- c) a presença de genes idênticos em diferentes espécies.
- d) a duplicação semiconservativa do DNA genômico.
- e) a sobrevivência de espécies primitivas e ancestrais.

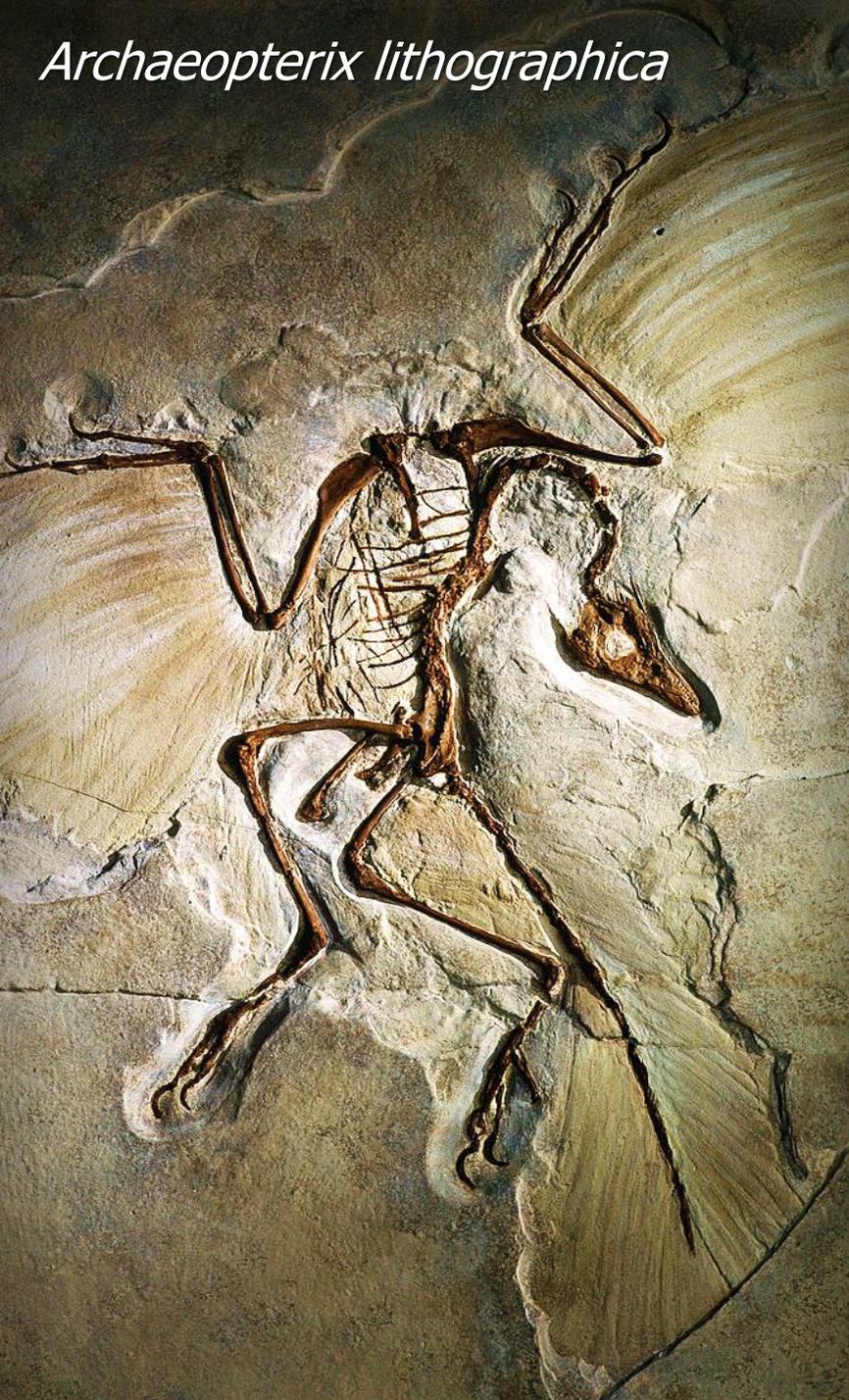
# Evidências da evolução

**Fósseis** (do latim *fossilis*, extraído da terra)

- ▶ Restos ou vestígios de seres vivos remotos que viveram no planeta.
- ▶ Fossilização ocorre apenas em condições especiais.
- ▶ Ex.: ossos de um dinossauro.



*Archaeopteryx lithographica*



***Tetrapodophis amplexus***



# Fósseis





# Evidências da evolução

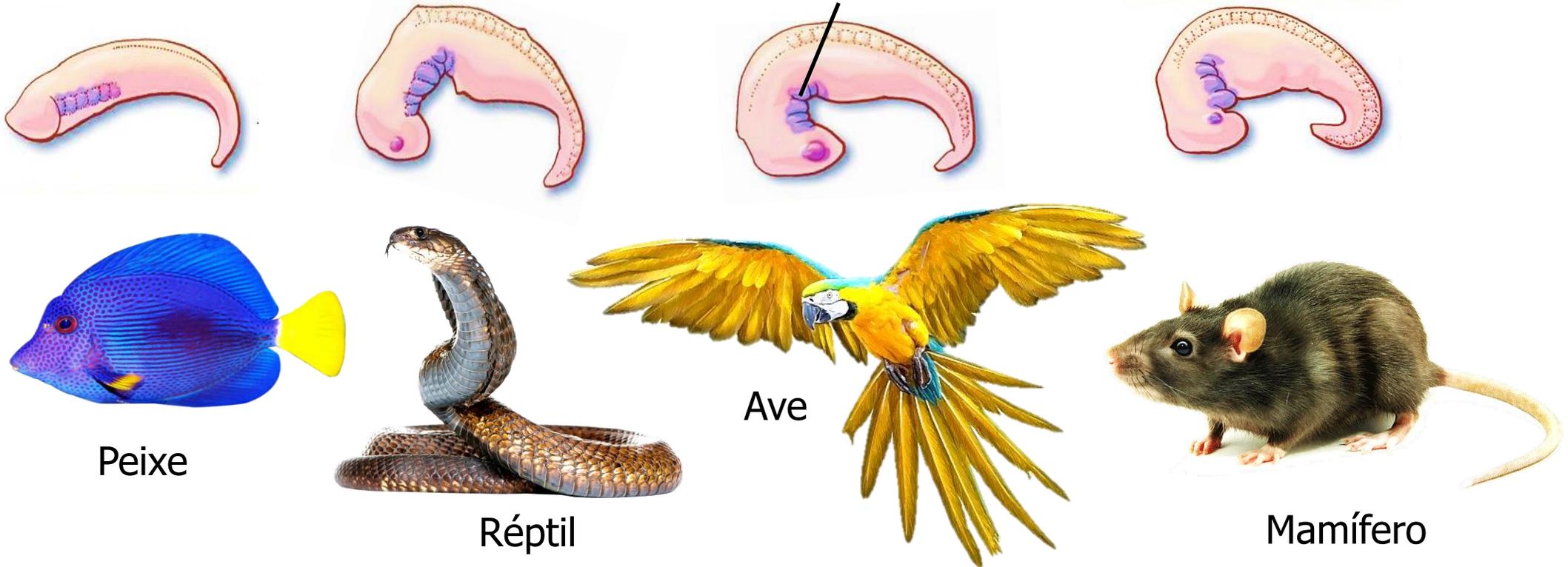
Fósseis

**Embriologia comparada**

# Embriologia comparada

- ▶ Estudo comparado do desenvolvimento embrionários dos animais.
- ▶ Semelhança embrionária revela parentesco evolutivo.
- ▶ Ex.: fendas branquiais na faringe dos embriões de cordados.

## Fendas na faringe



# Evidências da evolução

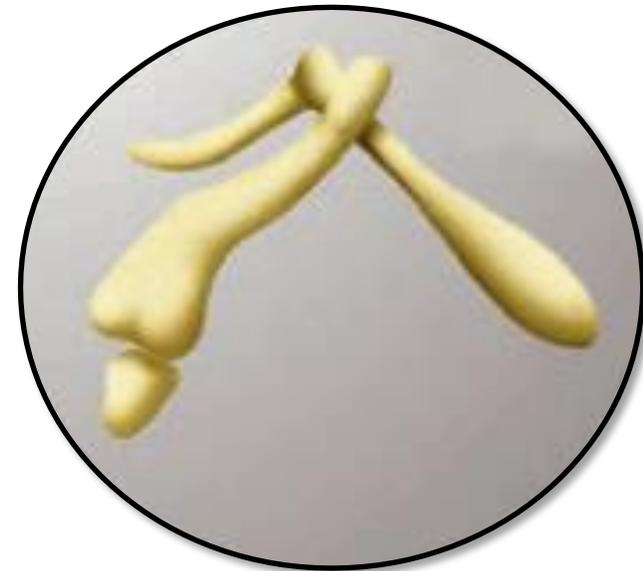
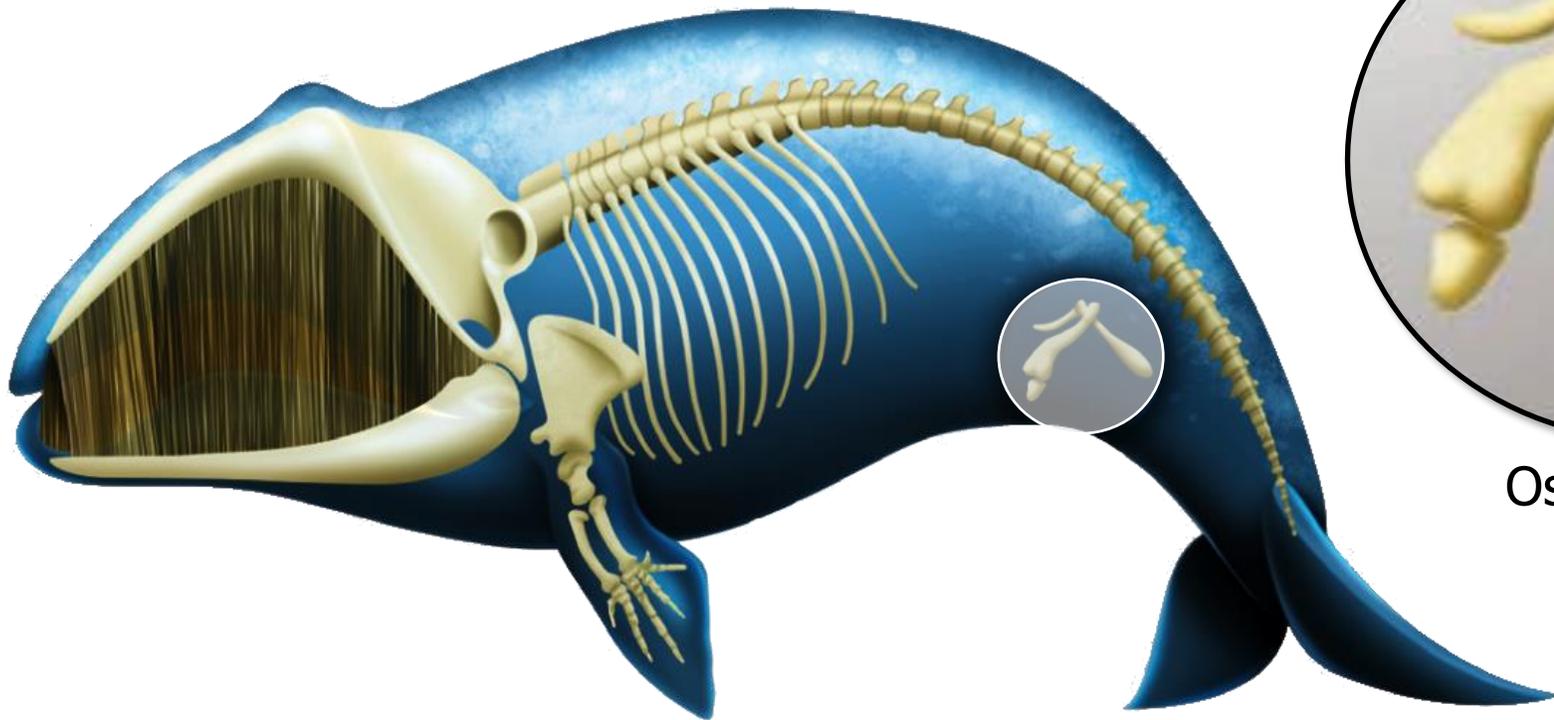
Fósseis

Embriologia comparada

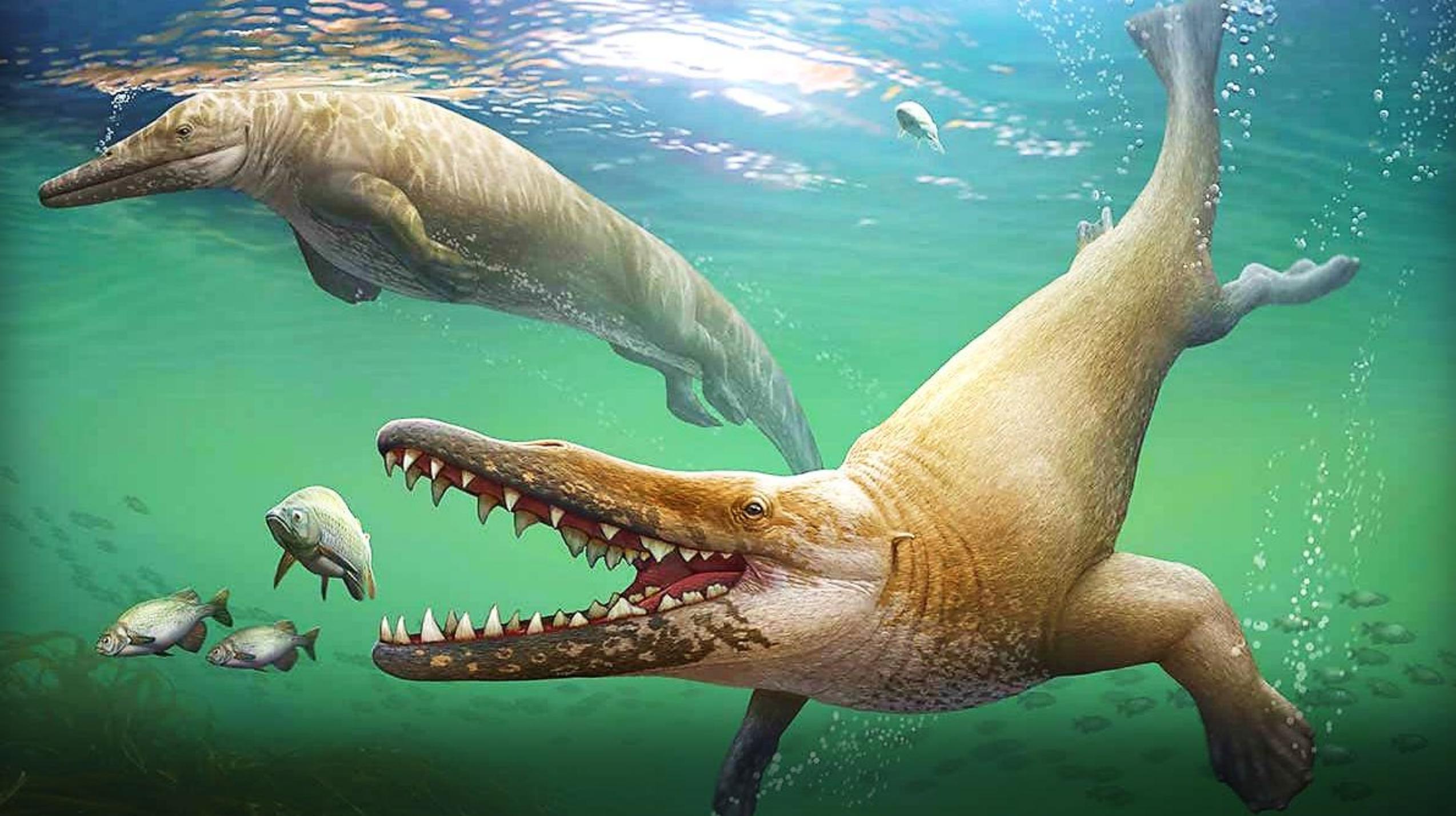
**Estruturas vestigiais**

## Estruturas vestigiais

- ▶ São atrofiadas e perderam a função original.
- ▶ São desenvolvidas e possuem função definida em diversos organismos.
- ▶ Ex.: ossos pélvicos da baleia; apêndice cecal humano.



Ossos pélvicos  
atrofiados



# Evidências da evolução

Fósseis

Embriologia comparada

Estruturas vestigiais

**Estruturas homólogas**

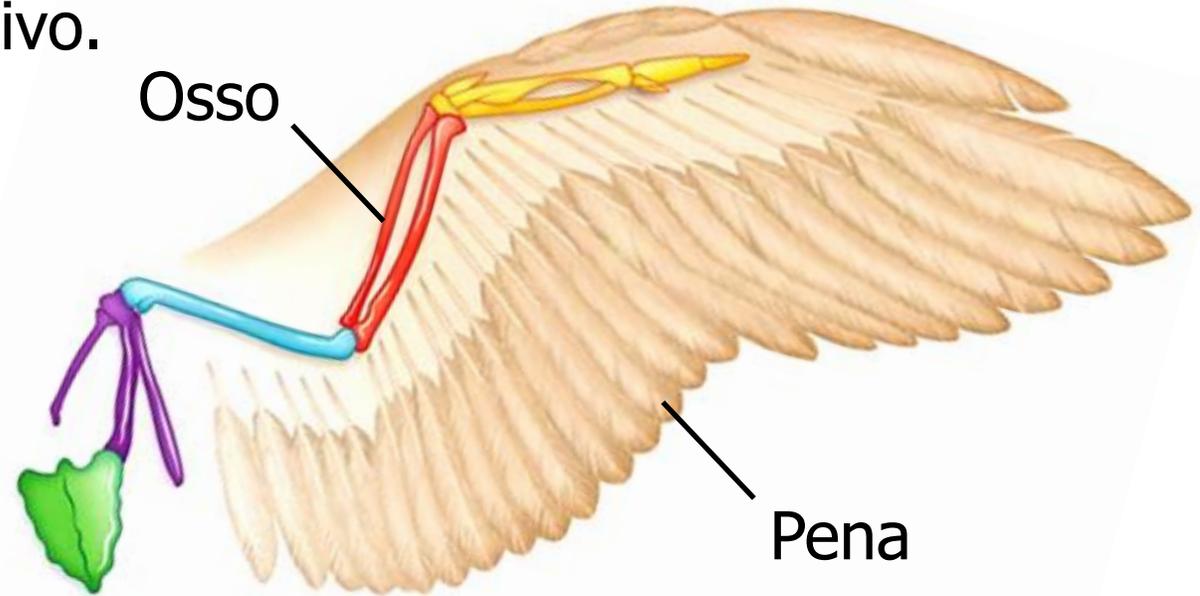
# Estruturas homólogas

- ▶ Apresentam mesma origem (embrionária e evolutiva).
- ▶ Revelam parentesco evolutivo.
- ▶ Possuem funções iguais ou diferentes.
- ▶ Ex.: ossos dos membros anteriores de mamíferos.



## Estruturas análogas

- ▶ Apresentam diferentes origens (embrionária e evolutiva).
- ▶ Não revelam parentesco evolutivo.
- ▶ Possuem a mesma função.
- ▶ Ex.: asas de insetos e aves.



# Foco no Vestibular

**UEL-PR 2020** Observe as figuras a seguir.

**a)** Com base na observação das figuras e das estruturas indicadas, é possível afirmar que

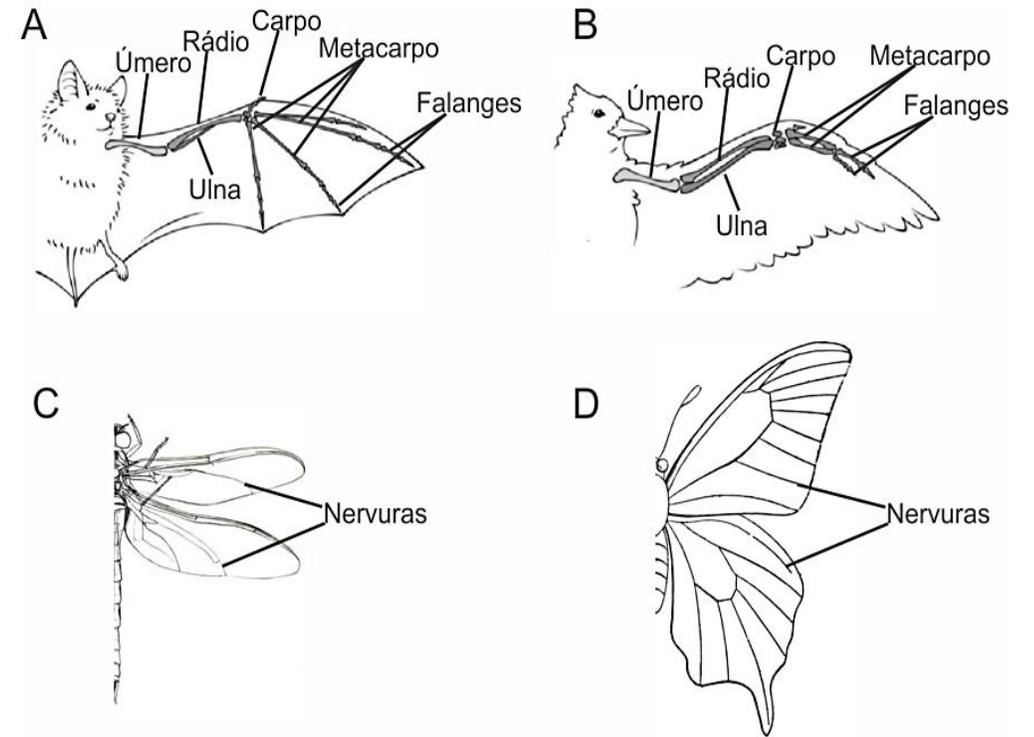
**I)** os animais A e B apresentam asas com estruturas homólogas.

**II)** os animais A e C apresentam asas com estruturas homólogas.

Explique se as afirmativas estão corretas ou não e justifique sua resposta com base no conceito de homologia e analogia.

**I.** Correta, pois as estruturas apresentadas dos animais A e B têm a mesma origem embrionária.

**II.** Incorreta, já que as estruturas apresentadas dos animais A e C têm origem embrionária diferente, apesar de terem a mesma função.



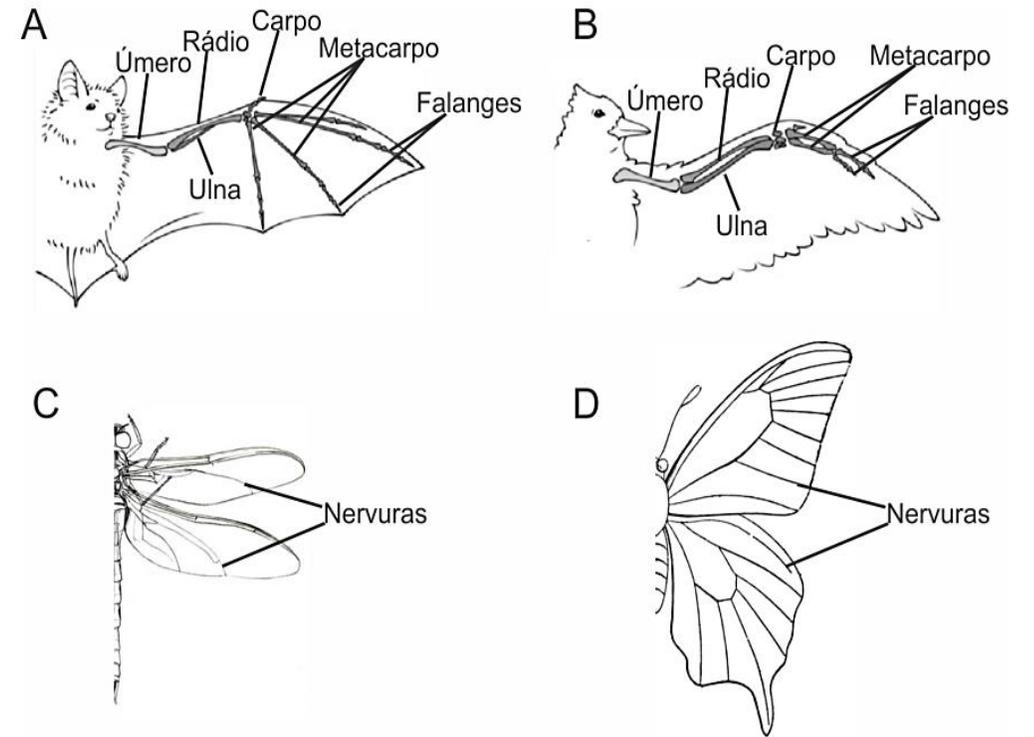
# Foco no Vestibular

**UEL-PR 2020** Observe as figuras a seguir.

**b)** Os animais representados em C e D apresentam uma intensa atividade muscular para voar, requerendo alto consumo de oxigênio.

Qual é o nome do sistema respiratório desses animais e qual sua eficiência para a demanda de oxigênio para o voo?

Denomina-se sistema traqueal e é eficiente para a demanda de voo, porque se constitui de um sistema de tubos ramificados que conduzem o gás oxigênio do exterior diretamente para os tecidos musculares.



# Evidências da evolução

Fósseis

Embriologia comparada

Estruturas vestigiais

Estruturas homólogas

**Bioquímica comparada**

## **Bioquímica comparada**

- ▶ Análises bioquímicas, utilizando **moléculas orgânicas** dos seres vivos, fornecem evidências do processo evolutivo e da história da vida no planeta.
- ▶ Moléculas orgânicas estudadas: **proteínas** e **ácidos nucleicos** (DNA e RNA).
- ▶ Ex.: todos os seres vivos possuem os **mesmos aminoácidos** e utilizam o **mesmo código genético** na síntese de proteínas

## Bioquímica comparada

Diferença de aminoácidos do citocromo C com relação ao humano.

Espécie	Aminoácidos diferentes
Chimpanzé	0
Baleia cinza	8
Pinguim	13
Atum	20
Levedura	41
Trigo	43

## Foco no Vestibular

**FMABC 2023** Antes de as ideias embasadas na seleção natural tornarem-se a principal explicação para o processo evolutivo, outras explicações, não tão completas, foram propostas por alguns cientistas. Um desses cientistas afirmou:

“O meio ambiente cria a necessidade de determinada estrutura em um organismo. Este se esforça para responder a essa necessidade. Como resposta a esse esforço, há uma modificação na estrutura do organismo. Tal modificação é transmitida aos descendentes. A natureza não faz nada bruscamente”.

Esse pensamento evolutivo está associado

- a) ao mendelianismo.
- b) ao malthusianismo.
- c) ao darwinismo.
- d) ao neodarwinismo.
- e) ao lamarckismo.

## Foco no Vestibular

**FMABC 2023** Antes de as ideias embasadas na seleção natural tornarem-se a principal explicação para o processo evolutivo, outras explicações, não tão completas, foram propostas por alguns cientistas. Um desses cientistas afirmou:

“O meio ambiente cria a necessidade de determinada estrutura em um organismo. Este se esforça para responder a essa necessidade. Como resposta a esse esforço, há uma modificação na estrutura do organismo. Tal modificação é transmitida aos descendentes. A natureza não faz nada bruscamente”.

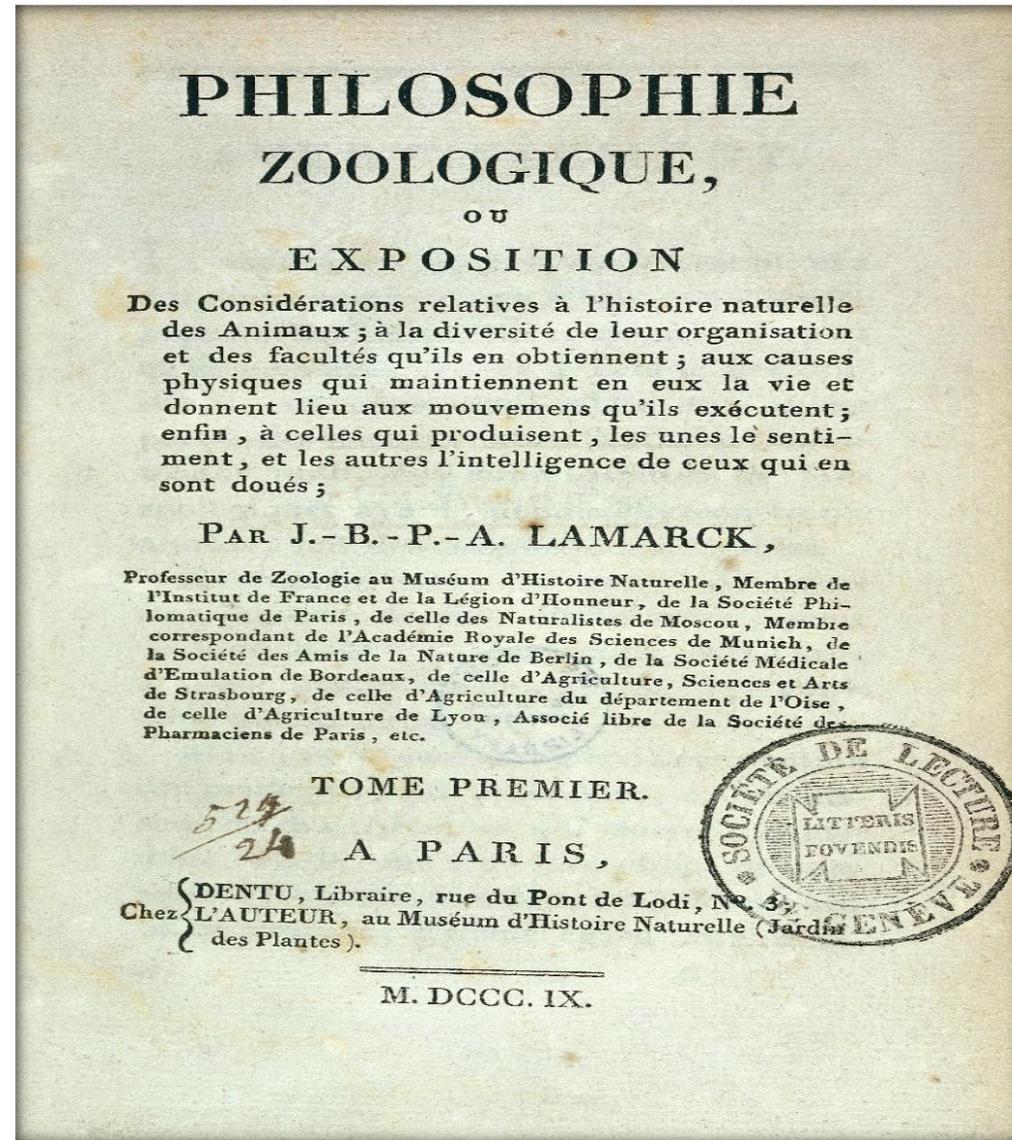
Esse pensamento evolutivo está associado

- a) ao mendelianismo.
- b) ao malthusianismo.
- c) ao darwinismo.
- d) ao neodarwinismo.
- e) ao lamarckismo.**

# Ideias evolucionistas de Lamarck



Jean Baptiste Lamarck  
(1744-1829)



## Ideias evolucionistas de Lamarck

▶ Foi um dos primeiros naturalistas a propor um mecanismo para explicar a de **evolução das espécies**.

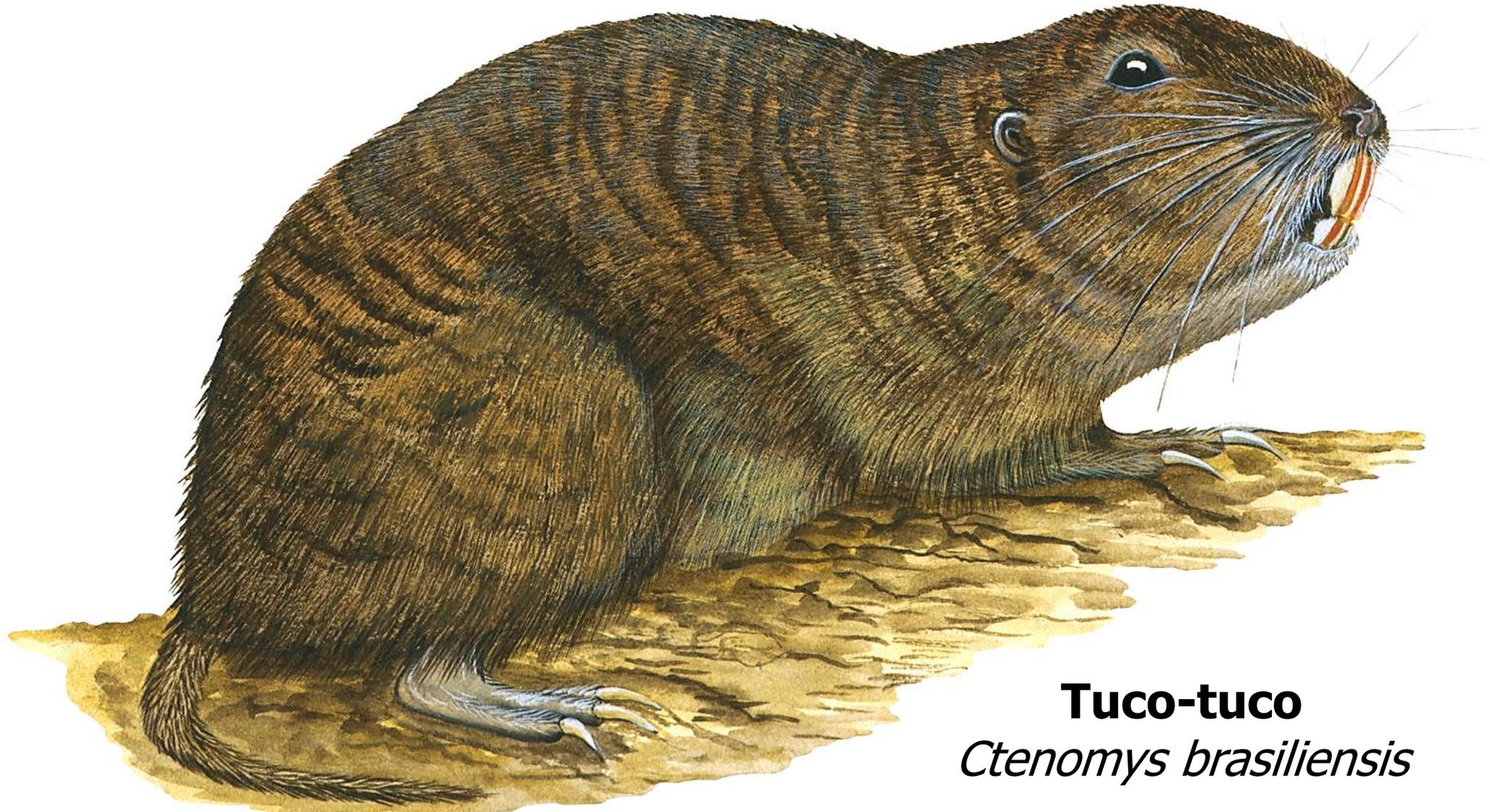
▶ Livro mais famoso: **Filosofia zoológica**, publicado em 1809.

▶ Principais ideias:

\_ **Lei do uso e desuso:** determinadas partes do corpo podem se desenvolver, com o uso contínuo, ou atrofiar, no caso da falta de uso.

\_ **Lei da transmissão dos caracteres adquiridos:** aquisições ou perdas forjadas pela natureza nos organismos, resultantes do uso e desuso, são transmitidas aos descendentes por meio da reprodução.

# Ideias evolucionistas de Lamarck



**Tuco-tuco**

*Ctenomys brasiliensis*

## Ideias evolucionistas de Lamarck

► Foi um dos primeiros naturalistas a propor um mecanismo para explicar a de **evolução das espécies**.

► Livro mais famoso: **Filosofia zoológica**, publicado em 1809.

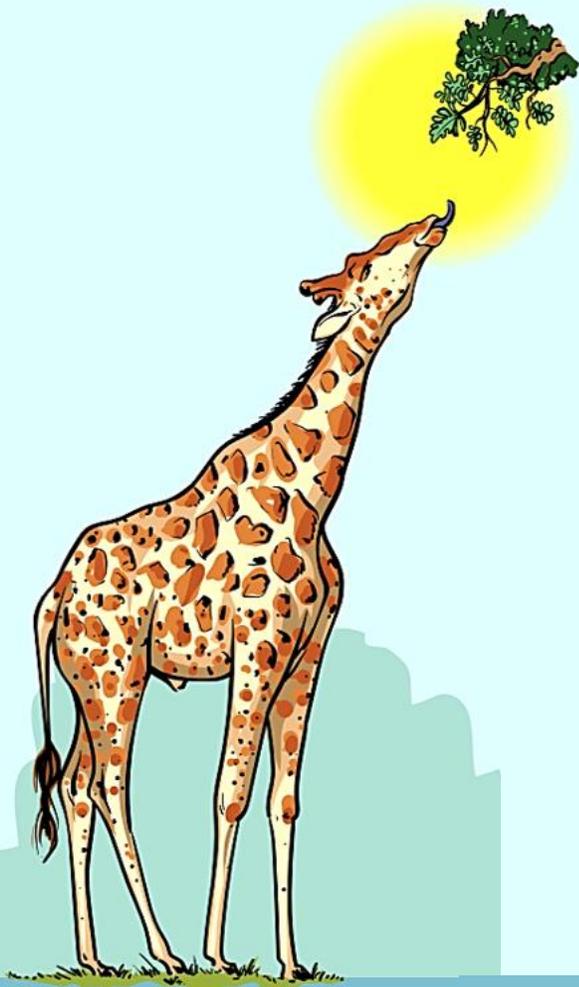
► Principais ideias:

\_ **Lei do uso e desuso:** determinadas partes do corpo podem se desenvolver, com o uso contínuo, ou atrofiar, no caso da falta de uso.

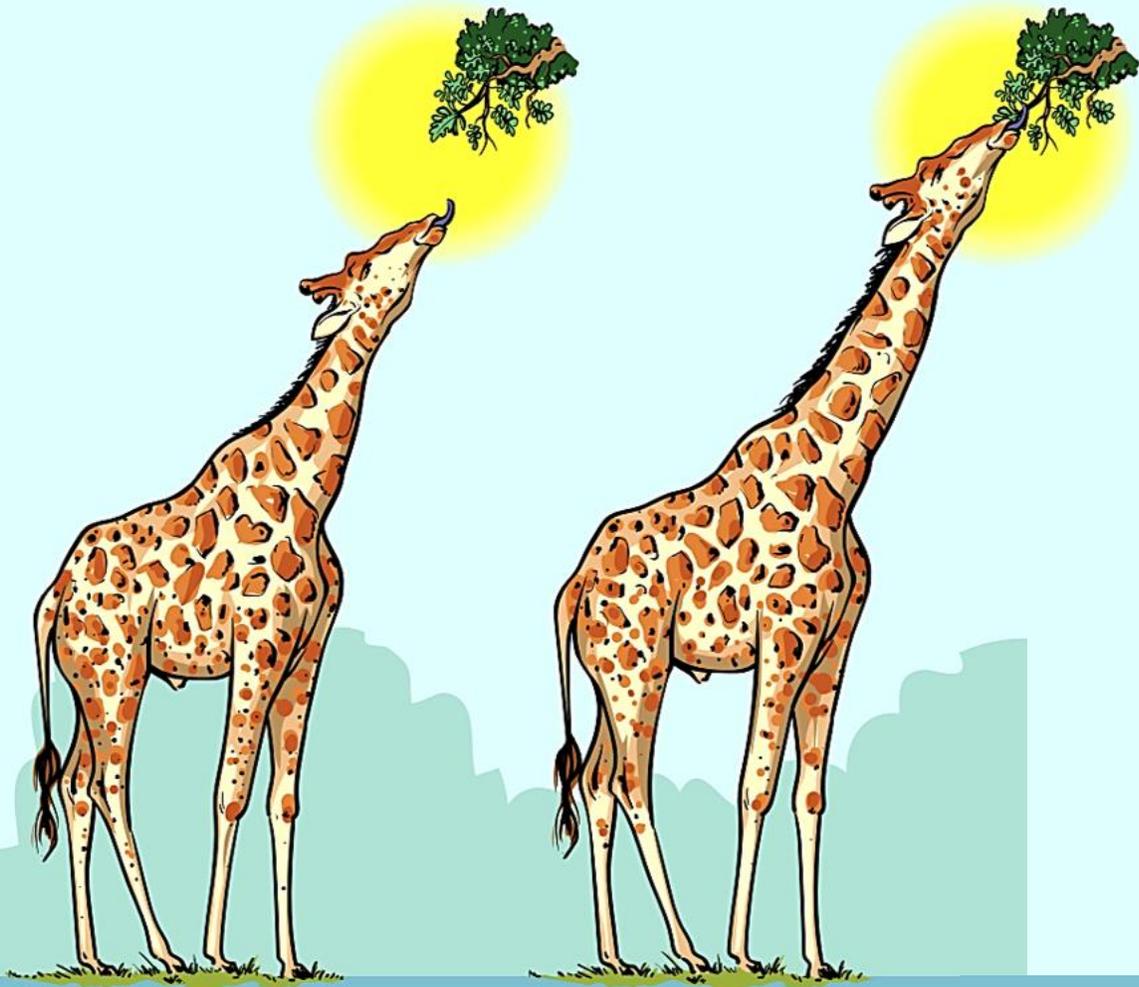
\_ **Lei da transmissão dos caracteres adquiridos:** aquisições ou perdas forjadas pela natureza nos organismos, resultantes do uso e desuso, são transmitidas aos descendentes por meio da reprodução.

\_ **Papel do ambiente:** estimula o surgimento de modificações adaptativas nos organismos.

\_ **Adaptação ativa:** ocorre por esforço dos organismos.

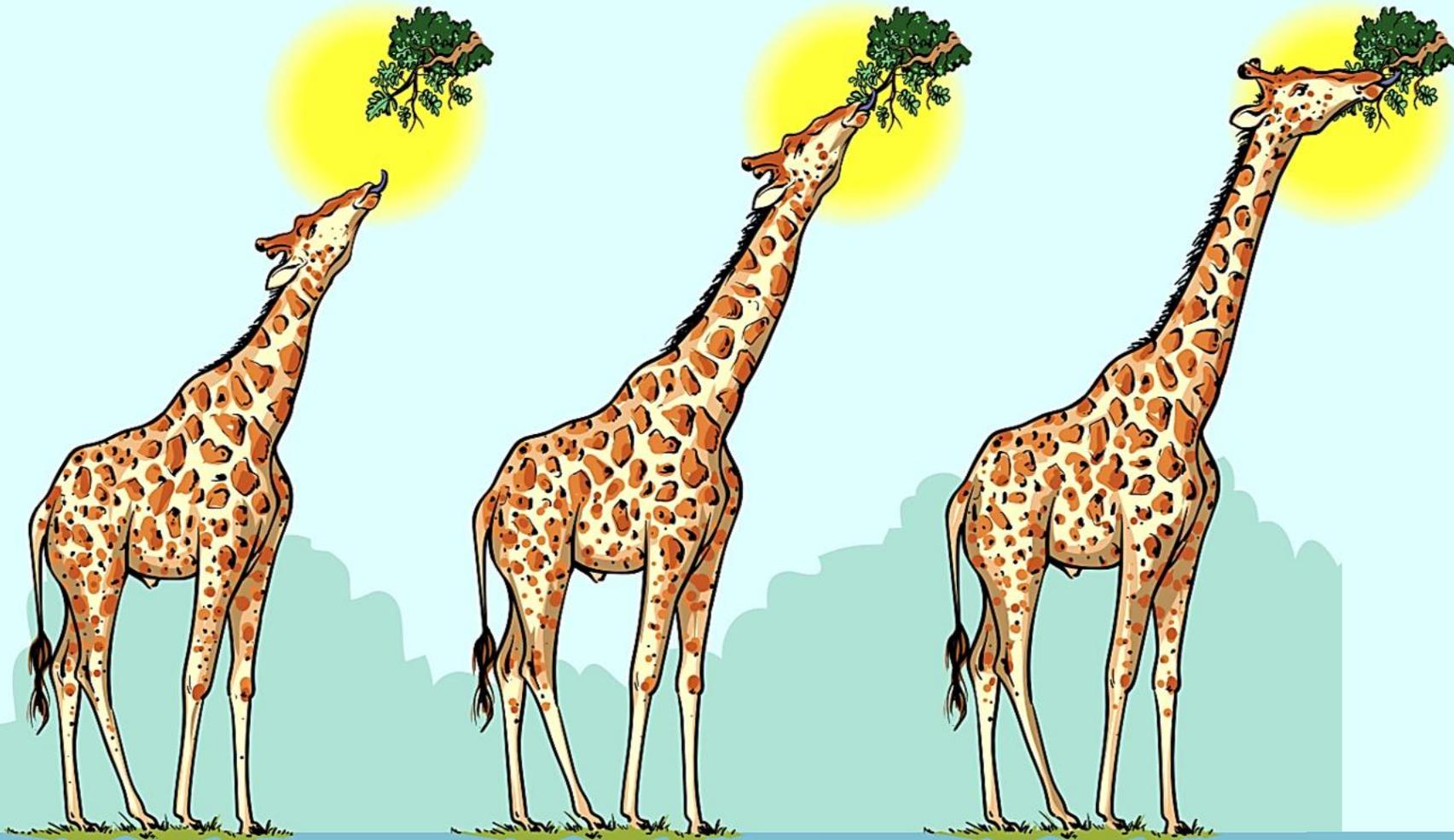


Ancestral com  
pescoço curto



Ancestral com  
pescoço curto

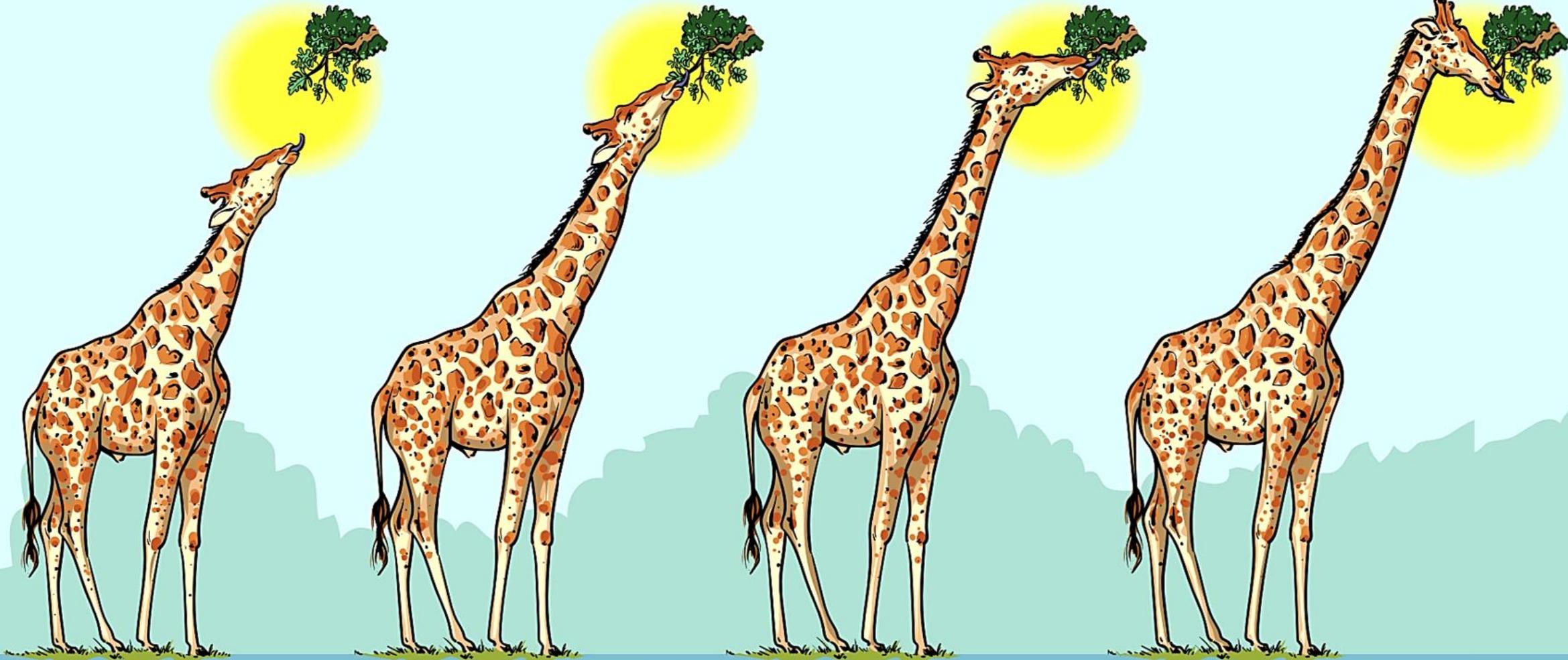
Esforço para  
comer as folhas  
das árvores



Ancestral com  
pescoço curto

Esforço para  
comer as folhas  
das árvores

Aumento do tamanho  
do pescoço ao longo  
das gerações



Ancestral com  
pescoço curto

Esforço para  
comer as folhas  
das árvores

Aumento do tamanho  
do pescoço ao longo  
das gerações

Girafas atuais  
com pescoço  
longo

## Trecho do livro **Filosofia Zoológica**

“A girafa vive em lugares onde o solo é quase invariavelmente seco e sem capim. Obrigada a comer folhas e brotos no alto das árvores, ela é forçada, continuamente, a se esticar para cima para alcançá-los. Este hábito, mantido por longos períodos de tempo por todos os indivíduos da raça, resultou nas pernas anteriores mais longas que as posteriores e o pescoço tão alongado que a girafa pode levantar a cabeça a uma altura de 6 metros, sem tirar as pernas anteriores do solo”

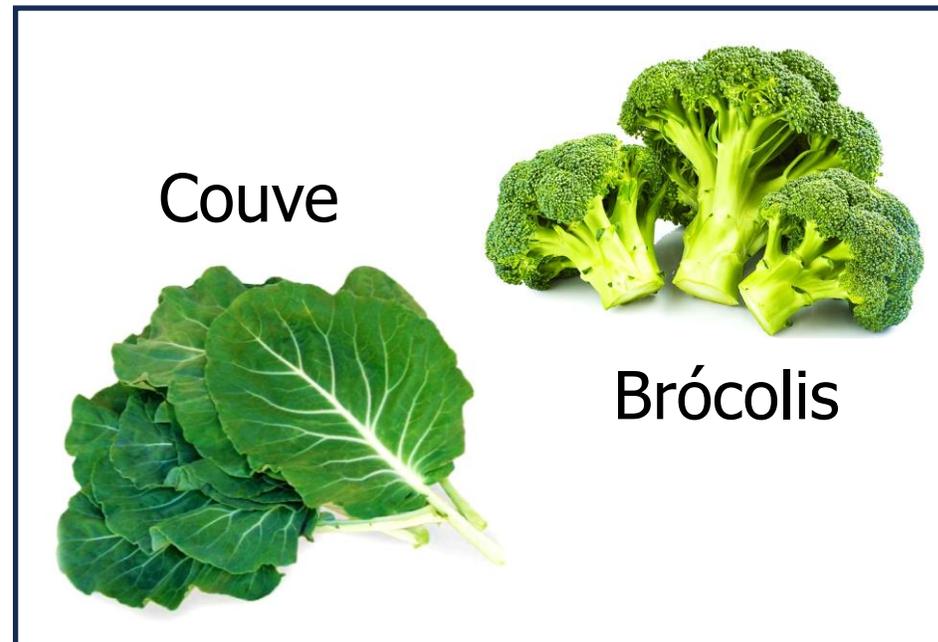
Lamarck, J. B. P. A. M. Zoological Philosophy.

Chicago, University of Chicago: 1894.

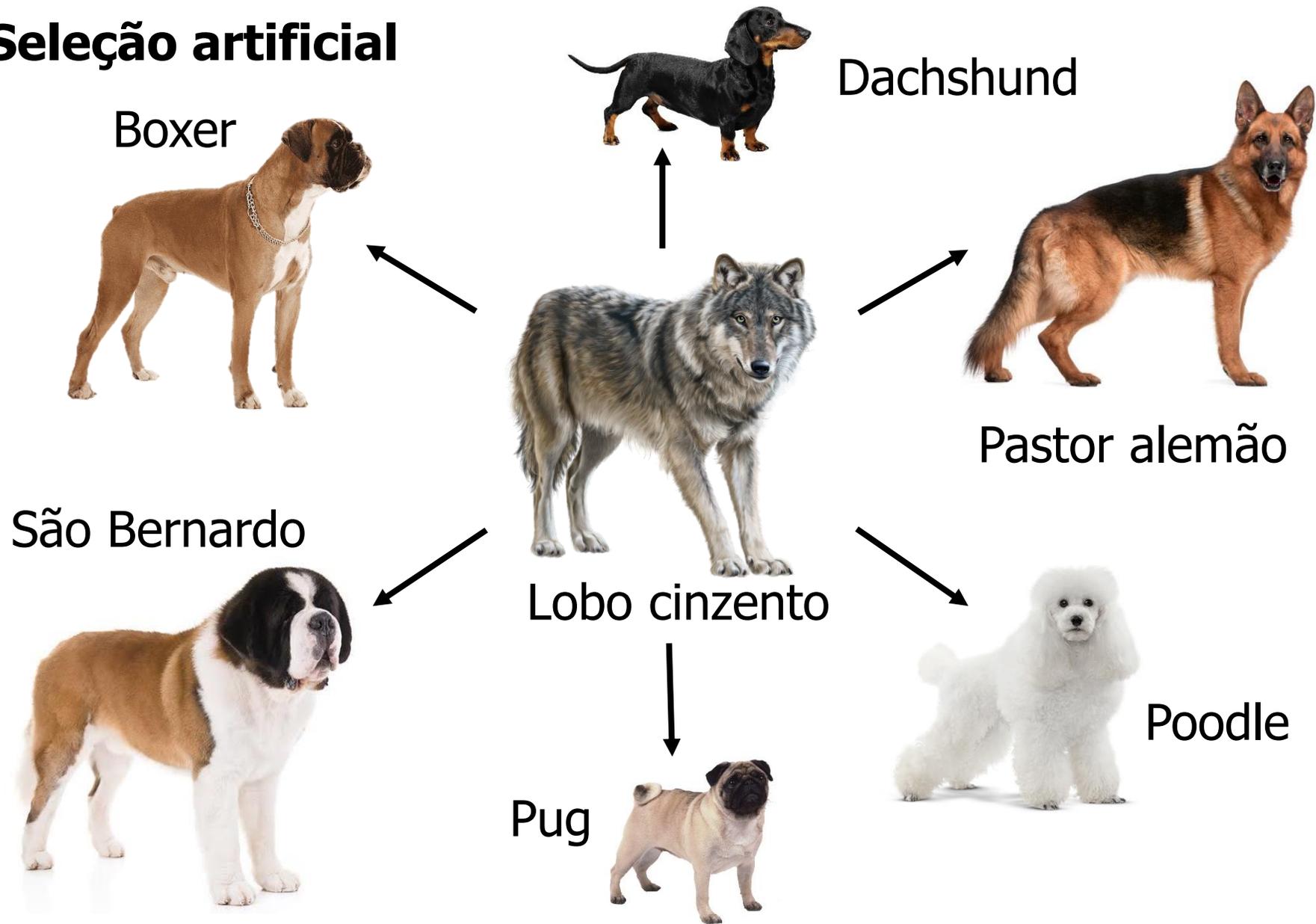
## Seleção artificial

▶ Processo em que o ser humano realiza **cruzamentos seletivos** em animais e vegetais para **aprimorar características desejáveis**, descartando os resultados desfavoráveis.

▶ Ex.: **variedades de animais** – como cachorros, cavalos e porcos – e de **vegetais** – como milho, feijão e manga – presentes na agricultura, na pecuária e nos ambientes domésticos.



# Seleção artificial



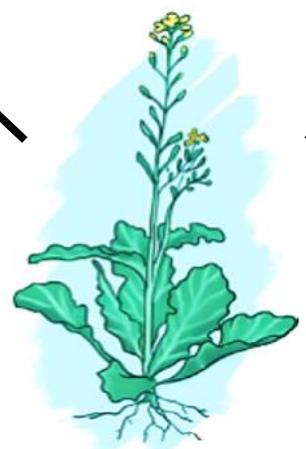
# Seleção artificial



Couve-flor



Brócolis



Mostarda selvagem



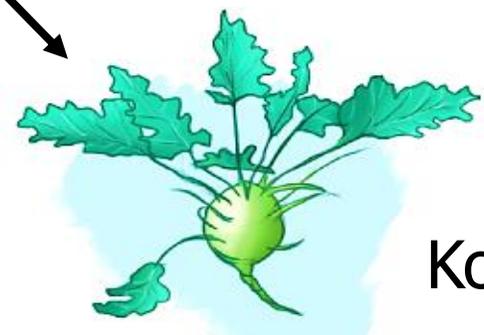
Couve-de-Bruxelas



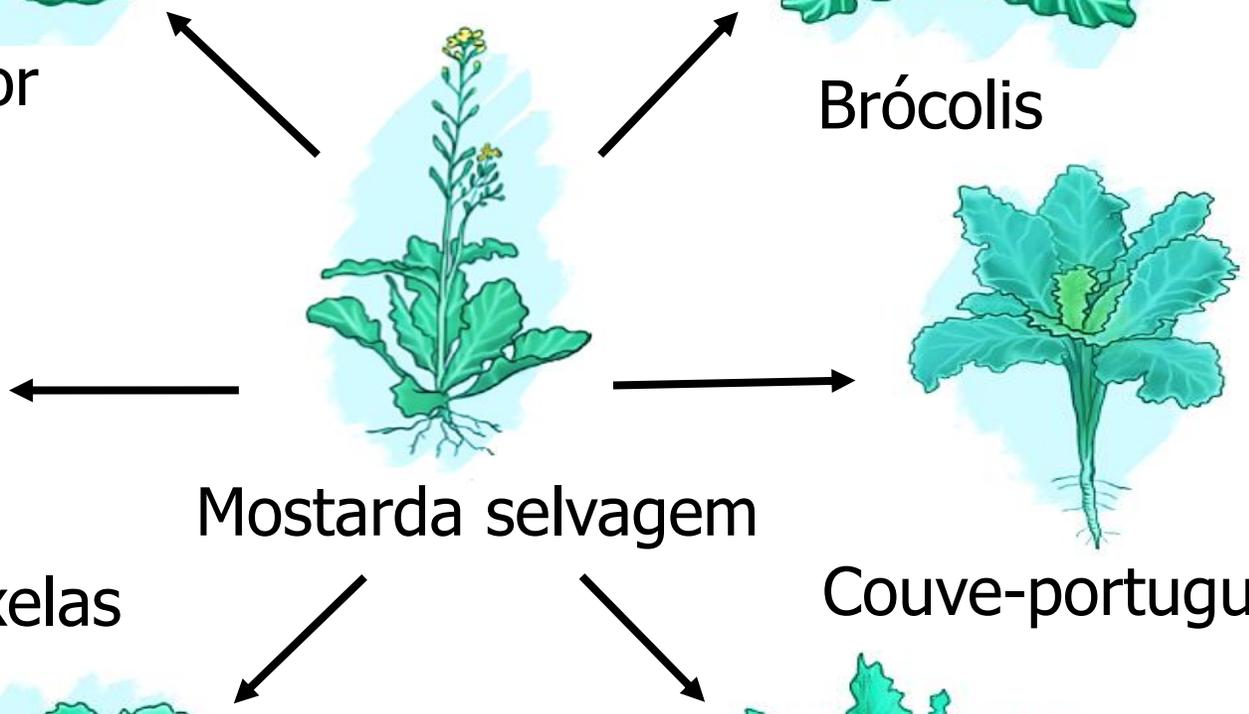
Couve-portuguesa



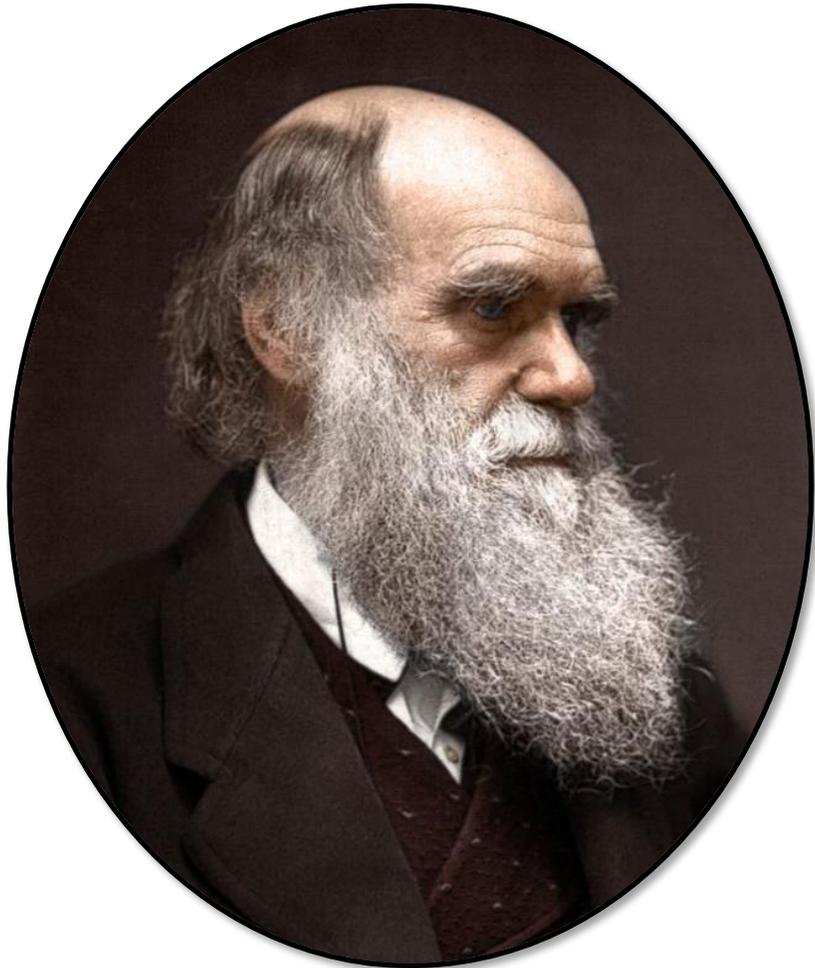
Repolho



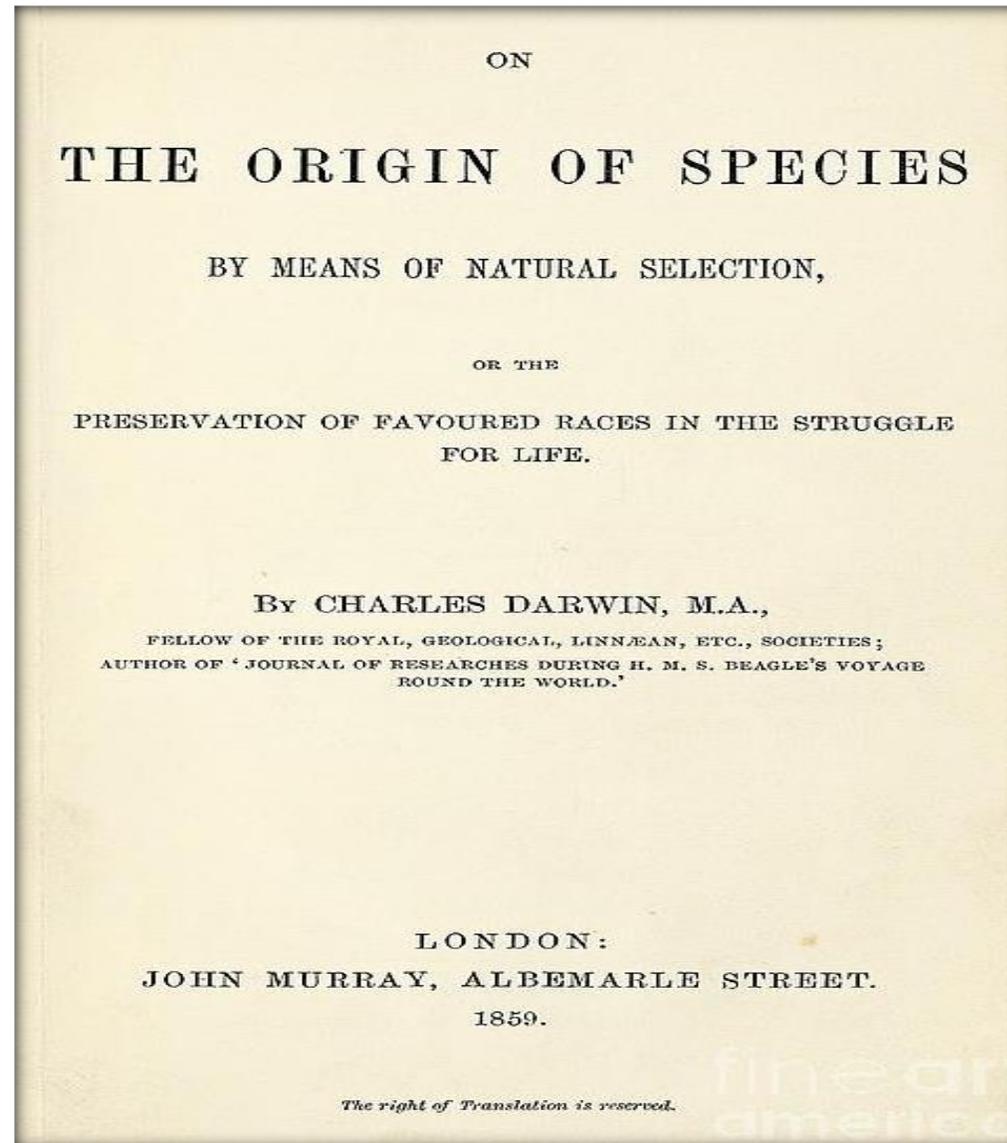
Kolhabi



# Ideias evolucionistas de Darwin

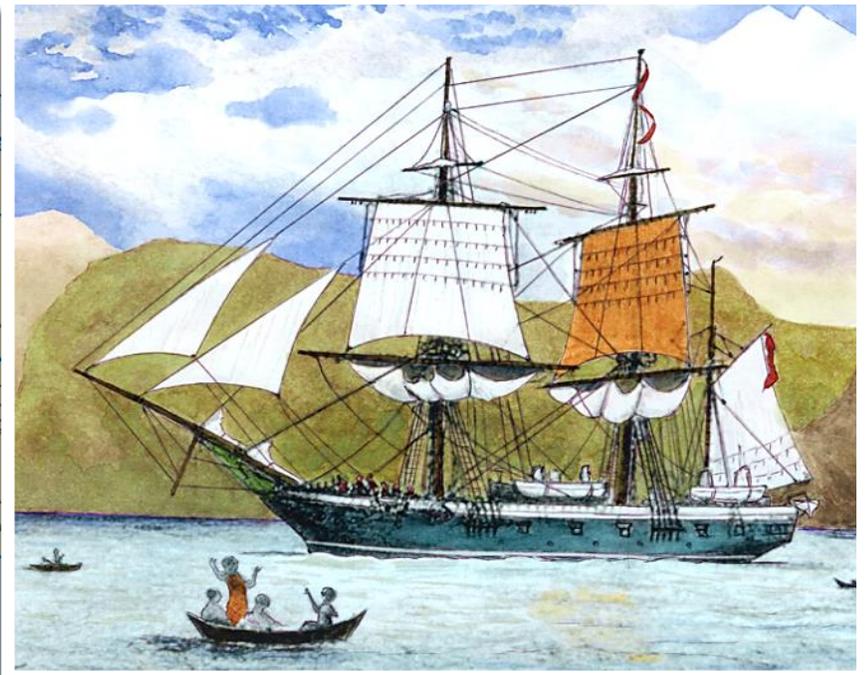


Charles Darwin  
(1809-1882)



## Ideias evolucionistas de Darwin

- ▶ Viajou ao redor do mundo no Navio Beagle, período no qual conheceu as **Ilhas Galápagos**.
- ▶ Livro mais importante: **Origem das espécies**, publicado em 1859.



# Ilhas galápagos

A satellite-style map of the Galapagos Islands, showing the islands in shades of green and brown against a dark blue ocean. The islands are arranged in a roughly V-shape. Several islands are labeled with white text. The labels are: 'Ilhas galápagos' at the top center, 'Santiago' to the left of the top island, 'Fernandina' to the left of the second island from the top, 'Isabela' below the second island, 'Santa Cruz' to the right of the third island, 'Floreana' below the third island, and 'Santa Cristóbal' to the right of the fourth island. There are also several unlabeled islands visible, including a small one at the top, another small one to the right of the top island, and a few more scattered to the right and bottom.

Santiago

Fernandina

Isabela

Santa Cruz

Floreana

Santa Cristóbal

# Iguana marinha



# Iguana marinha



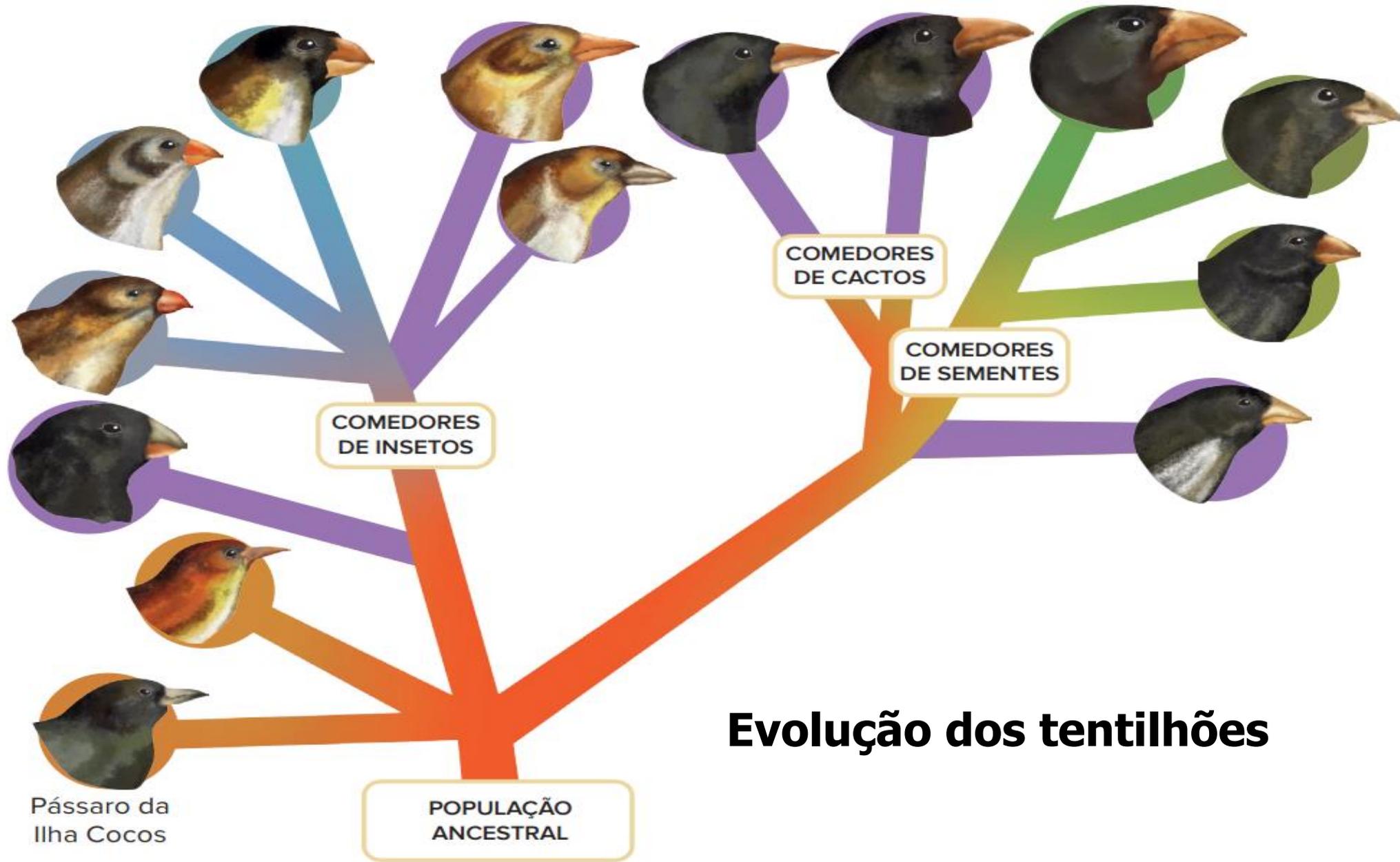
## Bicos dos tentilhões



Diferenças nos **bicos dos tentilhões** que habitam as ilhas galápagos.

**A.** O tentilhão terrícola da espécie *Geospiza magnirostris* possui bico grande, adaptado para **quebrar sementes grandes e duras** encontradas no solo.

**B.** O tentilhão da espécie *Certhidea olivacea* possui bico pequeno e fino, adaptado para a **captura de insetos** pousados nas plantas.



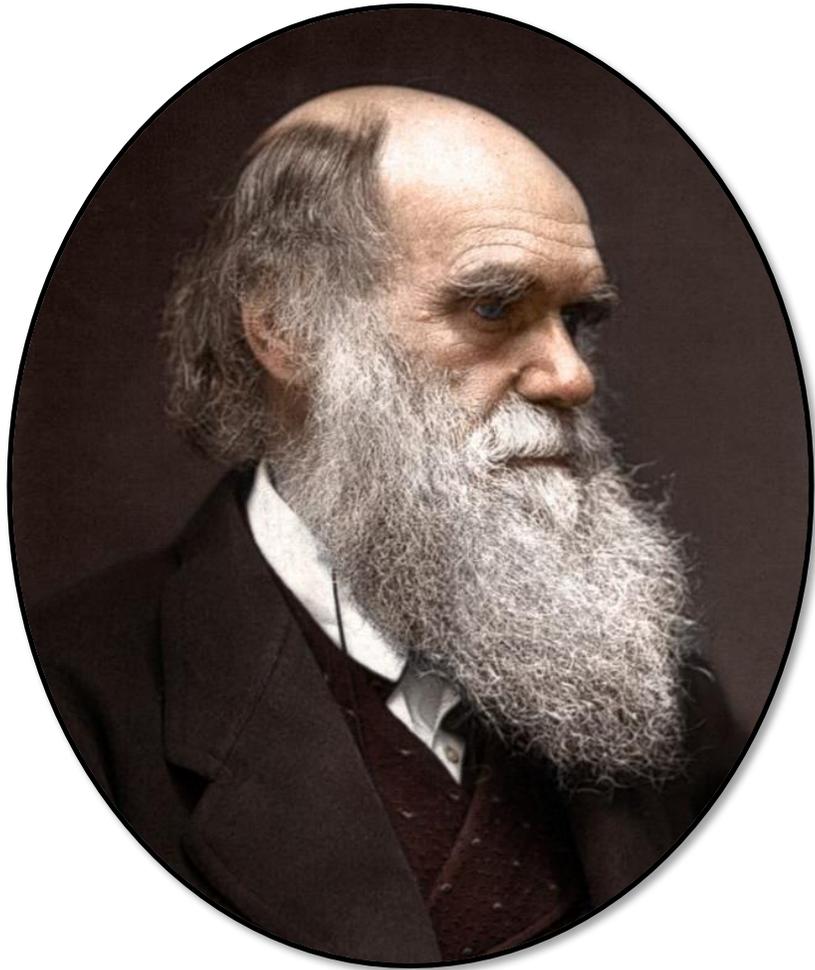
## Evolução dos tentilhões

# Ideias evolucionistas de Darwin

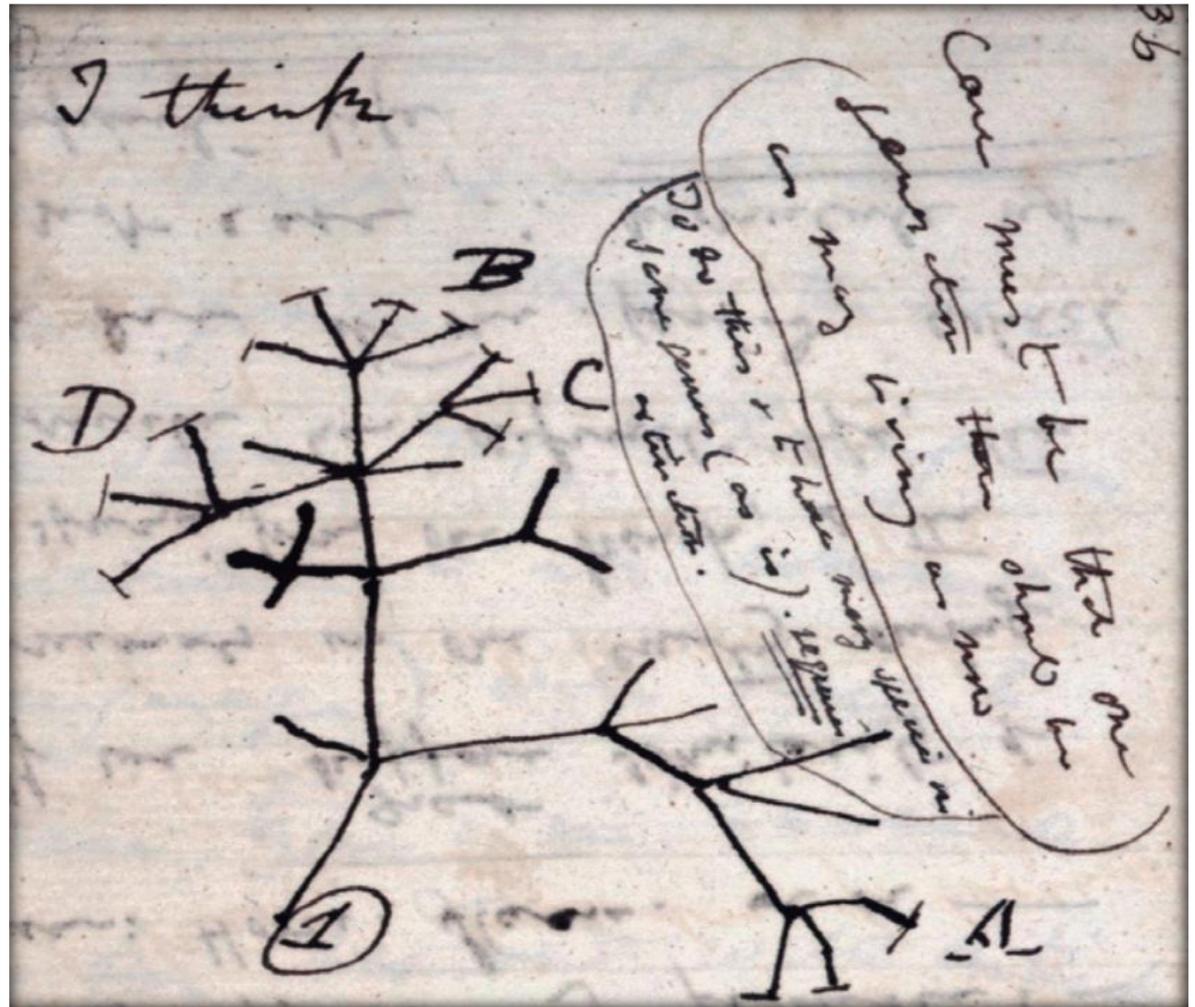
## ► Principais ideias:

\_ **Ancestralidade comum:** todos os seres vivos estão relacionados evolutivamente, ou seja, compartilham um ancestral comum em algum ponto de sua história evolutiva.

# Ideias evolucionistas de Darwin



Charles Darwin  
(1809-1882)



**Árvore da vida:** registro de Charles Darwin indicando a ideia de ancestralidade comum entre os seres vivos.

# Ideias evolucionistas de Darwin

## ► Principais ideias:

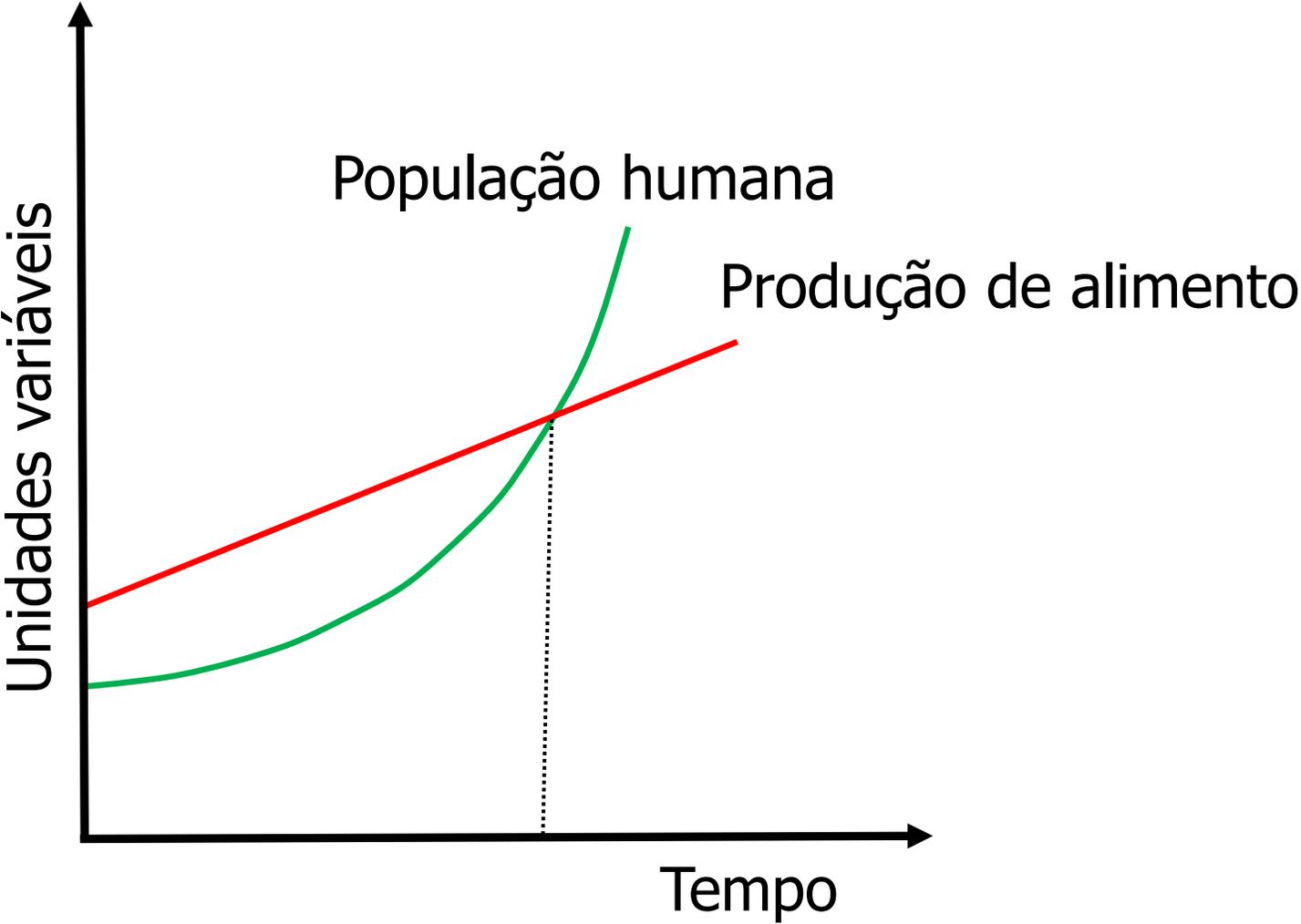
\_ **Ancestralidade comum:** todos os seres vivos estão relacionados evolutivamente, ou seja, compartilham um ancestral comum em algum ponto de sua história evolutiva.

\_ **Descendência com modificações:** organismos de uma população possuem diferenças quanto a diversas características, inclusive aquelas que influem na capacidade de sobreviver e gerar descendentes.

# Thomas Malthus e o Princípio da População



Thomas Malthus  
(1766 – 1834)



# Ideias evolucionistas de Darwin

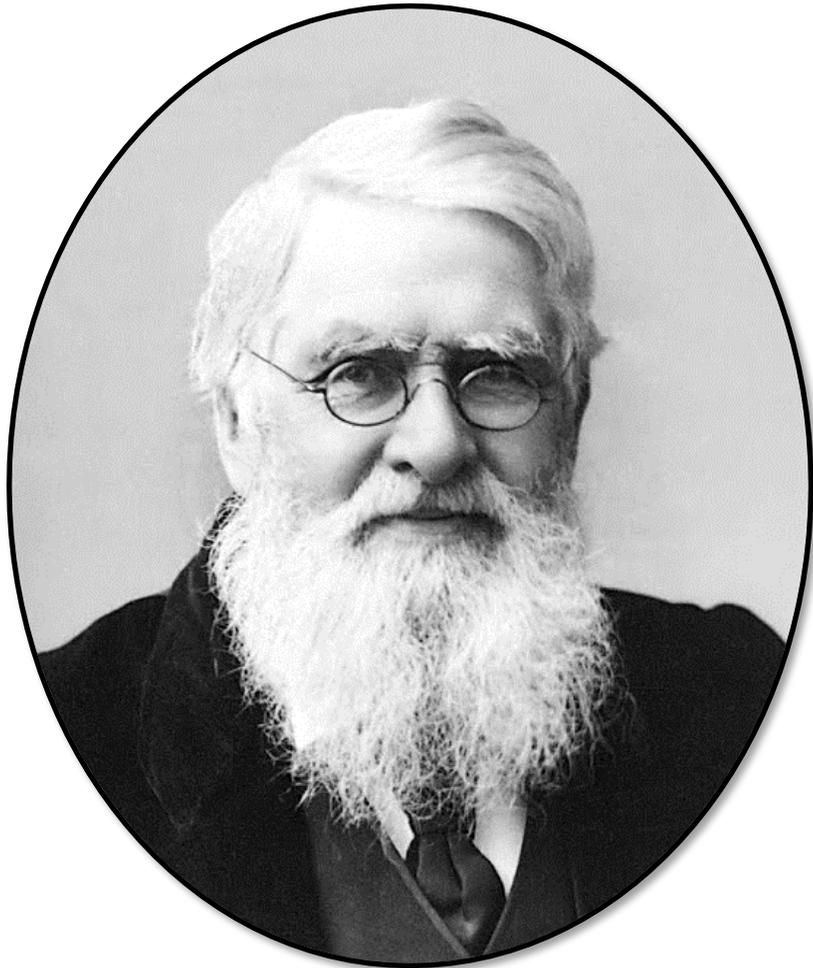
## ► Principais ideias:

\_ **Ancestralidade comum:** todos os seres vivos estão relacionados evolutivamente, ou seja, compartilham um ancestral comum em algum ponto de sua história evolutiva.

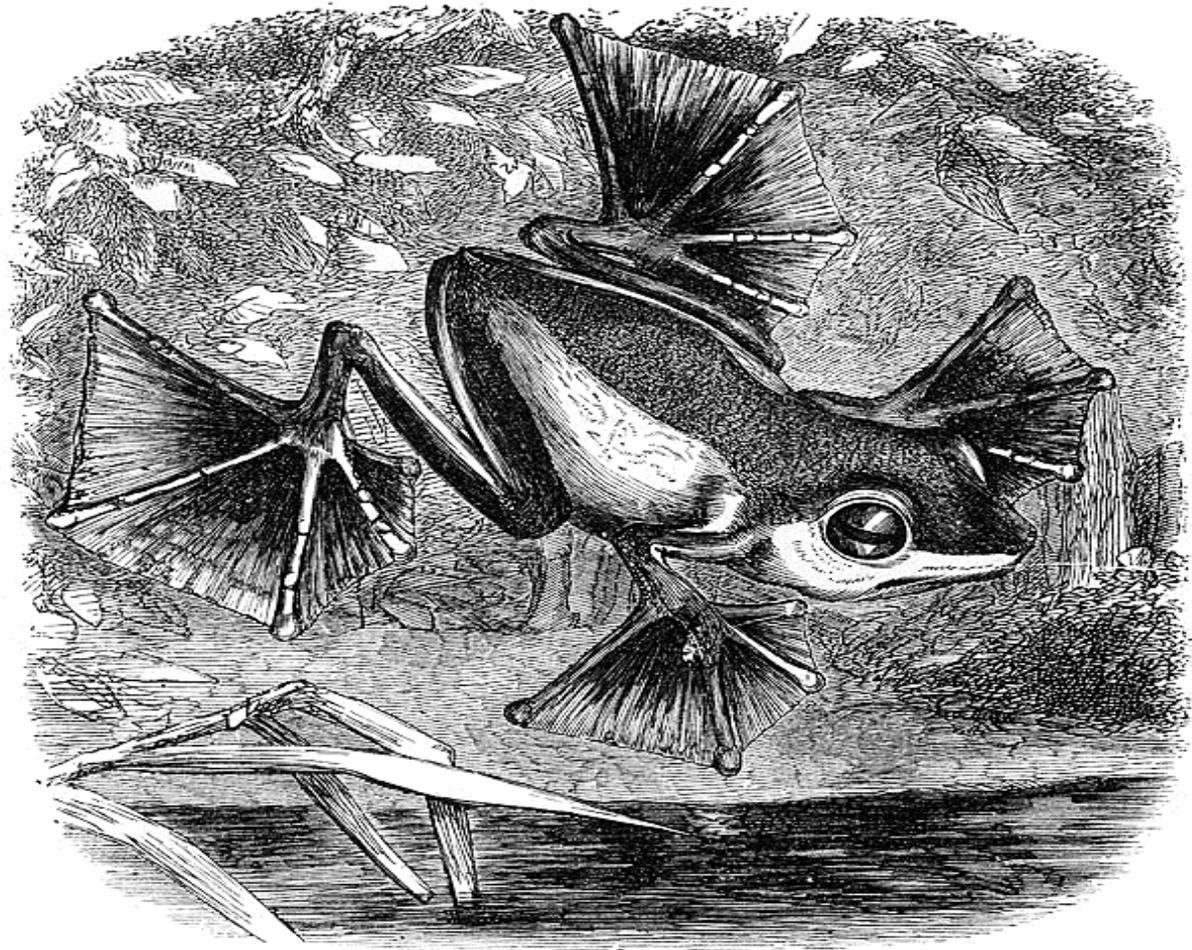
\_ **Descendência com modificações:** organismos de uma população possuem diferenças quanto a diversas características, inclusive aquelas que influem na capacidade de sobreviver e gerar descendentes.

\_ **Seleção natural:** organismos portadores de características vantajosas, denominados mais aptos, possuem maior sucesso reprodutivo e transmitem estas características aos descendentes.

# Wallace e a teoria da seleção natural



Alfred Russel Wallace  
(1823 – 1913)



On the Tendency of Varieties to Depart  
Indefinitely From the Original Type (1858)

# Ideias evolucionistas de Darwin

## ► Principais ideias:

\_ **Ancestralidade comum:** todos os seres vivos estão relacionados evolutivamente, ou seja, compartilham um ancestral comum em algum ponto de sua história evolutiva.

\_ **Descendência com modificações:** organismos de uma população possuem diferenças quanto a diversas características, inclusive aquelas que influem na capacidade de sobreviver e gerar descendentes.

\_ **Seleção natural:** organismos portadores de características vantajosas, denominados mais aptos, possuem maior sucesso reprodutivo e transmitem estas características aos descendentes.

\_ **Papel do ambiente:** seleciona os organismos que já nasceram com modificações adaptativas.

\_ **Adaptação passiva:** ocorre por seleção dos organismos.

# Foco no Vestibular

**FICSAE-SP 2023** Os textos a seguir exemplificam conceitos de evolução biológica.

**1.** Uma espécie de ave voadora apresenta uma plumagem cinzenta muito semelhante às folhas secas que ficam no chão. Essas aves se alimentam de sementes que caem das plantas. A cor da plumagem **surgiu para camuflar** essas aves dos predadores.

**2.** Em determinado bioma, um incêndio causou danos em uma pequena população de lagartos. De um total de 40 animais, 30 deles que tinham escamas cinzentas morreram, sobrando apenas 10 com escamas escuras e essa característica tornou-se predominante na região.

**3.** As serpentes que apresentam a fosseta loreal, estrutura que detecta animais endotérmicos, possuem maior **chance de sobrevivência e de geração de descendentes** com essa mesma estrutura termossensorial.

Os textos 1, 2 e 3 são casos relacionados, respectivamente, aos conceitos de:

- a) darwinismo, lamarckismo e efeito fundador.
- b) lamarckismo, oscilação gênica e darwinismo.
- c) neodarwinismo, darwinismo e lamarckismo.
- d) darwinismo, efeito fundador e lamarckismo.
- e) neodarwinismo, darwinismo e oscilação gênica.

# Foco no Vestibular

**FICSAE-SP 2023** Os textos a seguir exemplificam conceitos de evolução biológica.

**1.** Uma espécie de ave voadora apresenta uma plumagem cinzenta muito semelhante às folhas secas que ficam no chão. Essas aves se alimentam de sementes que caem das plantas. A cor da plumagem **surgiu para camuflar** essas aves dos predadores.

**2.** Em determinado bioma, um incêndio causou danos em uma pequena população de lagartos. De um total de 40 animais, 30 deles que tinham escamas cinzentas morreram, sobrando apenas 10 com escamas escuras e essa característica tornou-se predominante na região.

**3.** As serpentes que apresentam a fosseta loreal, estrutura que detecta animais endotérmicos, possuem maior **chance de sobrevivência e de geração de descendentes** com essa mesma estrutura termossensorial.

Os textos 1, 2 e 3 são casos relacionados, respectivamente, aos conceitos de:

a) darwinismo, lamarckismo e efeito fundador.

**b) lamarckismo, oscilação gênica e darwinismo.**

c) neodarwinismo, darwinismo e lamarckismo.

d) darwinismo, efeito fundador e lamarckismo.

e) neodarwinismo, darwinismo e oscilação gênica.

**Bons estudos!**  
**Prof. Dr. Shesterson Aguiar**

